

Title	Involvement of Rabphilin 3 in Endocytosis through Interaction with Rabaptin 5
Author(s)	大屋, 健
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41635
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照 ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	おおや 大 屋 たけし 健
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 4 4 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学系研究科生理系専攻
学 位 論 文 名	Involvement of Rabphilin3 in Endocytosis through Interaction with Rabaptin 5 (rabaptin 5 を介した rabphilin 3 のエンドサイトーシスへの関与)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高井 義美 (副査) 教 授 松澤 佑次 教 授 米田 悦啓

論 文 内 容 の 要 旨

【目的】

低分子量 G 蛋白質 Rab ファミリーは endocytosis や exocytosis などの細胞内小胞輸送を制御していることが明らかになっている。私共の研究室では、Rab ファミリーメンバーの一つ Rab 3 A とその標的蛋白質 rabphilin 3 を見出し、これらの蛋白質が神経終末からの神経伝達物質の放出を制御していることを明らかにしている。その際、私共は GTP 結合型に変換した Rab 3 A がシナプス小胞上の rabphilin 3 と結合すると、シナプス小胞はプレシナプス形質膜に docking して fusion し、その結果、神経伝達物質が放出されると考えている。一方、Rab 5 は endocytosis に関与しており、その標的蛋白質として rabaptin 5 が見出されている。GTP 結合型に変換された Rab 5 が細胞質より recruit された rabaptin 5 と early endosome 上で結合すると、endocytosis された小胞と early endosome、あるいは early endosome どうしの fusion が引き起こされると考えられている。神経終末ではシナプス小胞は神経伝達物質を放出した直後に再び細胞内に取り込まれると考えられており、exocytosis と endocytosis の共役機構は特に重要である。そこで私共はシナプス小胞の exocytosis と endocytosis の共役機構を明らかにする目的で、rabphilin 3 に結合する分子を検索したところ、rabphilin 3 と rabaptin 5 が結合することを見出した。本研究では、Rab 5 により制御される endocytosis における rabphilin 3 の関与について検討した。

【方法ならびに成績】

1) 材料の調製

ウシ Rab 3 A と rabphilin 3 はバキュロウイルス発現系を用いて大量発現した Sf 9 細胞の膜分画から精製した。ラット truncated rabaptin 5 (385-753 アミノ酸) のリコンビナント蛋白質はグルタチオン S 転移フェラーゼ (GST) との融合蛋白質として大腸菌に大量発現させて精製した。

2) プラスミドの構築

HA epitope tag を付加した rabphilin 3 の全長と N 末端領域 (1-280 アミノ酸) の cDNA を、動物細胞発現ベクターである pEF-BOS と、T 7 RNA polymerase を組み込んだ vaccinia virus により大量発現が誘導されるベクターである pGEM に挿入したプラスミドを構築した。HA epitope tag を付加した truncated rabaptin 5 の cDNA を pGEM に、myc epitope tag を付加した cDNA を pEF-BOS に挿入したプラスミドを構築した。さらに、myc

epitope tag を付加したヒトトランスフェリン受容体 (hTfR) と Rab 3 の活性型変異体 Rab 3 AQ81 L の cDNA を pEF-BOS に挿入したプラスミドを構築した。

3) rabphilin 3 結合蛋白質の検索

yeast two-hybrid 法を用いて、rabphilin 3 の N 末端領域と C 末端領域のそれぞれの結合蛋白質をラット大脳の cDNA library より検索した。C 末端領域に結合するクローンは見出せなかったが、N 末端領域に結合するクローンは数個見出せ、その一つは rabaptin 5 の 385-753 アミノ酸領域をコードする cDNA であった。また、同クローンは yeast two-hybrid 法で、rabphilin 3 の全長にも N 末端領域にも結合したが、C 末端領域には結合しなかった。

4) rabphilin 3 と rabaptin 5 の細胞内での結合

HA epitope tag を付加した rabphilin 3 と rabaptin 5 をラット褐色細胞腫由来の細胞株 PC12 細胞に vaccinia virus を用いて一過性に過剰発現させ、抗 rabphilin 3 抗体により免疫沈降し、抗 HA 抗体で Western blotting して細胞内での結合を検討した。rabphilin 3 あるいは rabaptin 5 をそれぞれ単独に発現させると、どちらの場合でも rabaptin 5 は免疫沈降されなかったが、rabphilin 3 と rabaptin 5 を共に発現させると rabphilin 3 と共に rabaptin 5 の免疫沈降が見られた。

5) rabphilin 3 と rabaptin 5 の結合に対する Rab 3 A の影響

GST-rabaptin 5 と GST をそれぞれグルタチオンビーズに固定し、精製した rabphilin 3 と反応させると、GST-rabaptin 5 と rabphilin 3 の結合は見られたが、GST と rabphilin 3 の結合は見られなかった。Rab 3 A の活性型で rabphilin 3 の N 末端領域に結合する GTP γ S-Rab 3 A と共に rabphilin 3 を GST-rabaptin 5 と反応させると、rabphilin 3 と rabaptin 5 の結合は阻害された。

6) rabphilin 3 のヒトトランスフェリン (hTf) エンドサイトーシスに及ぼす影響

内在性に hTfR を発現していない PC12 細胞に hTfR を過剰発現させると、培養液中の FITC 蛍光ラベルした hTf の endocytosis による細胞内取り込みが見られた。しかし hTfR と共に rabphilin 3 の N 末端領域を過剰発現させた PC12 細胞は、hTf を細胞内に取り込むことができなかった。hTfR、rabphilin 3 の N 末端領域に加え、Rab 3 AQ81 L や rabaptin 5 をさらに共に発現させた PC12 細胞では、hTf の取り込みの回復が見られた。内在性に hTfR を発現している HeLa 細胞においても、rabphilin 3 の N 末端領域の過剰発現により hTf の取り込みの抑制が見られ、Rab 3 AQ81 L や rabaptin 5 を共に発現することによりその抑制の解除が見られた。

【総括】

本研究では、まず、rabphilin 3 と rabaptin 5 が直接接合することを、yeast two-hybrid 法、免疫沈降法、affinity column chromatography の異なった 3 種類の方法で明らかにした。また、この結合は rabphilin 3 と GTP-Rab 3 A が結合しているときは阻害されることを明らかにした。さらに、PC12 細胞と HeLa 細胞の 2 つの細胞系において、rabphilin 3 の N 末端領域の過剰発現により、hTf の endocytosis の抑制を認め、その抑制は rabaptin 5 や Rab 3 A 活性型変異体を共に発現することにより解除されることを明らかにした。これらの結果から、過剰発現させた rabphilin 3 の N 末端領域は内在性の rabaptin 5 と結合し、その機能を阻害することが示唆される。また、Rab 3 A 活性型変異体を共に発現させることにより rabphilin 3 と rabaptin 5 の結合が阻害され、内在性の rabaptin 5 は機能を回復するものと考えられる。本研究の成果により、exocytosis が終了して、GDP 結合型に変換された Rab 3 A が rabphilin 3 より離れると、rabphilin 3 は rabaptin 5 と結合して endocytosis に作用することが示唆された。exocytosis と endocytosis 各々の機序もいまだ不明な点が多く、それらの詳細と共にこの共役機構を今後もさらに解明していく必要がある。

論文審査の結果の要旨

本申請者は、本研究により、神経伝達物質の放出時のシナプス小胞の exocytosis と endocytosis の共役機構を明らかにすることを試みた。その結果、exocytosis に関与する Rab 3-rabphilin 3 系の rabphilin 3 が、endocytosis に

関与する Rab 5 – rabaptin 5 系の rabaptin 5 と直接結合することを見出した。また、この結合は活性型 Rab3A が rabphilin 3 に結合することによって阻害されることも示した。さらに、実際、細胞内に rabphilin 3 の rabaptin 5 結合領域を過剰発現させることにより、トランスフェリンの endocytosis が抑制されることも明らかにした。本研究により、神経終末において、Rab 3 – rabphilin 3 系による exocytosis が終了後、Rab 3 が離れて free になった rabphilin 3 が rabaptin 5 に結合して endocytosis にも作用することにより、exocytosis と endocytosis がスムーズに連結されることが示唆された。

本研究は実験結果自体の意義もさることながら、今後の発展性にも期待できるものがあり、生命科学への貢献度が極めて高い研究といえる。したがって、学位授与に十分値すると考えられる。